

Serial No. 10/029200  
Atty Docket # 2957.0128  
Lee, et al.



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 84606 호  
Application Number PATENT-2000-0084606

출원년월일 : 2000년 12월 28일  
Date of Application DEC 28, 2000

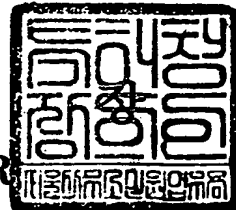
출원인 : 한국전기연구원  
Applicant(s) KOREA ELECTRO TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE



2001      년    11      월    06      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2000. 12. 28
【발명의 명칭】	전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금
【발명의 영문명칭】	Fe-Cr-Al alloy for heat resistance wire
【출원인】	
【명칭】	한국전기연구소
【출원인코드】	3-1999-900218-7
【대리인】	
【성명】	박래봉
【대리인코드】	9-1998-000250-7
【포괄위임등록번호】	2000-015664-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이희웅
【성명의 영문표기】	LEE, Hee Woong
【주민등록번호】	550328-1011315
【우편번호】	641-091
【주소】	경상남도 창원시 남양동 4 롯데아파트 6동 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박수동
【성명의 영문표기】	PARK, Su Dong
【주민등록번호】	650320-1797844
【우편번호】	706-012
【주소】	대구광역시 수성구 범어2동 431-3
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박래봉 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 13 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권 주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 4 항 237,000 원

【합계】 266,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

【감면후 수수료】 133,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 강도와 가공성 및 내열특성을 동시에 향상시킨 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금에 관한 것으로, Fe를 밸런스 원소로 하고 Cr의 첨가량을 12~25중량%, Al은 3~6.5중량%, Zr은 0.01~1.5중량%, Ti는 0.001~0.1중량%로 하는 페라이트계 Fe-Cr-Al 합금을 기본합금으로 하고, 여기에 Be를 0.01중량% 미만으로 단독 첨가하거나 희토류 원소로 구성된 미쉬메탈(misch metal)과 복합 첨가하여, 페라이트계 Fe-Cr-Al 합금의 물성, 특히 가공성과 기계적 특성을 획기적으로 향상시킬 뿐만 아니라 내열특성 역시 더욱 향상시킨다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

전열선, Fe-Cr-Al, 합금, 페라이트계, 가공성

**【명세서】**

**【발명의 명칭】**

전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금{Fe-Cr-Al alloy for heat resistance wire}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 합금과 타사 제품의 수명시험결과 그래프,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 합금을 냉간신선과 열처리를 통해 제작에 성공한 직경 0.06mm의 전열선을 나타낸 도면이다.

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<3> 본 발명은 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금에 관한 것으로, 보다 상세하게는 소정 원소의 첨가로 인해 가공성을 향상시킨 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금에 관한 것이다.

<4> Fe-Cr계 전열선 제조에 관련한 종래 기술은 페라이트 안정화 원소인 Cr을 14중량% 이상 첨가하여 고온 내산화성과 고저항 및 낮은 열팽창계수를 가지는 페

라이트계 Fe-Cr을 기준하고, Al의 첨가를 통해  $Al_2O_3$  피막을 형성시켜 내열성의 향상과 함께 우수한 내식성을 확보한다.

<5> 그러나, Al은 주조성과 가공성을 저하시키기 때문에 5.0중량% 내외가 첨가된다. 또한 내열성과 내식성 향상에 중요한 피막과 기지와의 밀착성을 증가시키기 위해 Zr, Ti, Mn, Nb 또는 희토류계 원소들을 첨가하며, 또한 기지내에서 고온에서도 안정한 화합물을 형성함으로써 고온에서의 재결정을 억제하여 우수한 고온 가공성과 내열성을 갖게 한다.

<6> 이것과 함께 가공성을 향상시키기 위해서는 B가 중요한 첨가원소로 고려된다. 즉, B는 0.001중량% 이하가 첨가되어 강의 inter-granular강도를 향상시키고 결정립을 미세화시켜 향상된 가공성을 가진 전열선용 Fe-Cr-Al계 합금을 제조하였다.

<7> 현재까지 개발되어 있는 최고품질의 Fe-Cr-Al계 전열선 합금은 강도  $70Kgf/mm^2$ (직경 0.2mm인 선재의 경우)내외, 사용온도 최고  $1400^{\circ}C$ 의 성능을 가진 제품이 생산 공급되고 있다.

<8> 이러한 전열선용 Fe-Cr-Al계 합금은 전기로에 사용되는 주 재료로서 소재의 용해와 열처리 등의 산업분야에서 뿐만 아니라 자동차 배기관 등과 같은 특수환경용 구조재, 건축, 의료 분야의 보온재와 같이 다양한 분야에서 사용되고 있다.

<9> 현재 이용되고 있는 대표적 전열선으로 생활분야에서는 Ni/Cr계 니크롬선이 주로 이용되고, 공업분야에서는 페라이트계 Fe-Cr-Al계 합금이 주로 이용되고 있다.

<10> 하지만, 니크롬선의 경우에는 사용온도(1200℃)가 상대적으로 낮아 산업용으로의 전용이 불가능하며 Fe-Cr-Al계 합금의 경우에는 높은 사용온도(~1400℃)의 장점에도 불구하고 극히 낮은 가공성으로 인해 그 사용분야는 크게 제약되고 있는 실정이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<11> 본 발명은 상기한 종래의 사정을 감안하여 안출된 것으로, 강도와 가공성 및 내열특성을 동시에 향상시킨 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금을 제공함에 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<12> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금은, Fe를 밸런스 원소로 하고 Cr의 첨가량을 12~25중량%, Al은 3~6.5중량%, Zr은 0.01~1.5중량%, Ti는 0.001~0.1중량%로 하는 페라이트계 Fe-Cr-Al합금을 기본합금으로 하고, 여기에 Be를 0.01중량%미만으로 단독 첨가하거나 희토류 원소로 구성된 미쉬메탈(misch metal)과 복합 첨가한다.

<13> 이하, 본 발명의 실시예에 따른 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금에 대하여 설명하면 다음과 같다.

- <14> 본 발명에서는 기존 합금설계에서 중요하게 고려치 않았던 Be와 미쉬메탈 (misch metal)을 우수한 열간 및 냉간가공성과 내열성을 동시에 확보할 수 있는 중요원소라고 판단하고, 이것을 고려하여 합금을 설계하였다.
- <15> 본 발명에서 고려한 각 합금성분의 작용에 대하여 정리하면 다음과 같다.
- <16> 크롬(Cr)은 강에서 페라이트 안정화 원소로서, 12중량%이상이 첨가되면 페라이트계 스테인레스강이 된다. 이보다 작은 양의 Cr이 첨가된 오스테나이트계 Fe-Cr계 스테인레스강은 페라이트계 스테인레스강에 비해 고온강도와 가공성은 우수하지만 고온에서 상대적으로 높은 열팽창계수와 열변형 특성을 나타내기 때문에 전열선 합금으로서는 부적합하다.
- <17> 이것에 비해 페라이트계 Fe-Cr합금은 상대적으로 우수한 고온 내산화성과 고저항 및 낮은 열팽창계수를 가지게 된다.
- <18> 그러나, 다량의 Cr이 첨가된 경우에는 급격한 가공성의 저하가 일어나기 때문에 적정의 Cr첨가가 중요하다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 Cr의 첨가량을 14중량% 이상 30중량%이하의 범위로 한다.
- <19> 알루미늄(Al)은 Al첨가에 의해  $Al_2O_3$  피막이 형성되어 내열성과 내식성을 크게 향상시키게 된다. 특히, Fe-Cr계 합금에서는 미량의 Al첨가만으로도 손쉽게  $Al_2O_3$  피막을 형성시킬 수 있고, 첨가량이 증가함에 따라 내부식성도 향상된다.
- <20> 그러나,  $Al_2O_3$  피막은 기지와 열팽창계수의 차이에 의해 기지와 피막의 경계에서 잔류응력이 발생되어 가공시 크랙발생을 용이하게 하기 때문에 다량의 Al이 첨가될 경우에는 이 합금의 가장 치명적 결함인 난가공성을 크게 가속화시킨



다. 따라서, 적정의 첨가량이 중요하며 본 발명의 실시예에서는 Al의 첨가량을 15중량%이하로 제한한다.

<21> 지르코늄(Zr)은 산화활성화 원소로서 산화물과 모재와의 접착력을 증진시켜 산화피막을 안정화함으로서 내열성과 내식성을 크게 향상시키는 원소이다. 또한 모재의 기지내에서는 Zr-Al, Zr-Ti계 또는  $Zr_xO_y$  등과 같은 석출입자 또는 화합물을 형성하여 재결정온도를 높이거나 결정립성장을 억제하여 안정화함으로서 고온 가공성이나 고온강도 등의 물성을 향상시킨다. 이와 같은 첨가효과를 고려하여 본 발명의 실시예에서는 Zr의 첨가량을 1.0중량% 이하로 한다.

<22> 티타늄(Ti)은 페라이트 안정화 원소로서 고온에서의 페라이트 단상조직 확보에 유용할 뿐만 아니라 C, N과의 결합에 의한 TiC, TiN계 석출입자에 의해 내입계 부식성과 가공성 향상을 꾀할 수 있으나, 다량 첨가할 경우 가공성과 내산화성의 저하를 꾀할 수 없다. 따라서 본 발명의 실시예에서는 Ti의 첨가량을 0.01중량% 이하로 제한한다.

<23> 베릴륨(Be)은 Fe계 합금뿐만 아니라 Al합금에서도 첨가한 제 3성분의 입계 편석을 방지하여 열간 가공성이나 냉간 가공성을 향상시킨다. 하지만 이 원소는 독성이 있어 제조시 다량의 첨가가 어려울 뿐만 아니라 다량 첨가시에는 Al-Be계 석출상 등을 형성하여 그 효과를 반감시키기 때문에 그 첨가량은 미량으로 조절되어야 한다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 Be의 첨가량을 0.01중량% 미만으로 제한한다.

<24> 희토류 원소로 구성된 미쉬메탈은 표면피막의 안정성과 재결정 온도를 상승시켜 내열성 및 내산화성을 향상시키기 위해 첨가된다. 이들의 주요 구성원소인

Ce, La, Y, Nd 등의 희토류 원소는 Cr과 Al의 선택적 산화를 촉진시키고 연속적 보호층을 발달시켜 모재와 피막 사이의 밀착성을 향상시키며, 결정립계에 편석되어 Al의 확산을 억제함으로써 산화분위기에서의 Al고갈을 억제함으로써 내산화 수명을 연장시킨다.

<25> 그러나, 상기 희토류 원소는 비교적 고가일 뿐만 아니라 보관 및 투입도 용이치 않다. 따라서, 이와 같은 희토류 원소로 구성되고 상대적으로 저가인 미쉬메탈을 첨가하여 이들의 효과를 도모하였다. 또한, 이들의 첨가량이 0.1중량%를 상회할 경우에는 다양한 화합물을 형성하여 주로 고용상태에서 기대되어지는 상기의 희토류 원소의 첨가효과를 기대할 수 없기 때문에 본 발명의 실시예에서는 미쉬메탈의 첨가량을 0.1중량% 미만으로 한다.

<26> 다음의 < 표 1 >은 본 발명의 합금과 비교합금의 화학적 성분과 기계적 물성 및 전기저항값을 비교한 것으로서, 대표적 전열선 생산업체인 외국의 A사의 제품 AA와 BB도 동일조건에서 함께 비교한 표이다.

<27> < 표 1 > 본 발명의 합금의 화학적 조성(wt%)과 비교합금과 상용제품의 물성

	시 료 번	화학적 성분(wt%)							물성*1			참조
		Fe	Cr	Al	Zr	Ti	Mn	Be	*1 인장강 도	*1 연신율 (%)	*1 전기저 항	
본 발 명 합 금	1	Bal.	22	6	0.5	0.03	0.1		55.1	15.0	42	*1 시험조건  시편직경: 0.2mm 시편길이: 50mm
	2	Bal.	22	6	0.5	0.03		0.001	75.5	25	46.8	
	3	Bal.	22	6	0.5	0.03	0.1	0.001	78.3	27	48.3	
비 교 합	4	Bal.	22	6	0.5	0.01	-	-	53.5	10.5	40.7	
	5	AA(외국제품)							69.4	19	44.2	
	6	BB(외국제품)							69.4	19	43	

- <29>      상기 < 표 1 >에서 A사의 제품 AA와 BB는 Fe-22~24중량%Cr-4~5중량%Al-0.1~0.5중량%Zr-0.03중량%Ti를 기본조성으로 하고 있다.
- <30>      상기 < 표 1 >에서 알 수 있는 바와 같이 Be와 Mm(미쉬메탈)이 첨가되지 않은 비교합금4번은 인장강도가 53.5(Kgf/mm<sup>2</sup>), 연신율은 105%에 지나지 않으나, 2번의 Be단독첨가의 합금과 3번의 Be+Mm(미쉬메탈)의 복합 첨가합금은 인장강도가 75(Kgf/mm<sup>2</sup>)이상이고, 연신율 또한 25%이상으로 크게 향상된 기계적 특성을 보인다.
- <31>      특히, Be와 미쉬메탈(Mm)이 복합 첨가된 3번의 합금이 가장 우수한 기계적 물성을 나타낸다. 단, 상기 < 표 1 >에서, 미쉬메탈(Mm)이 단독으로 첨가된 1번 합금의 경우에는 인장강도가 55.1(Kgf/mm<sup>2</sup>)이고, 연신율은 15%로서 비교합금에 비해 소폭 향상된다.
- <32>      따라서, 우수한 물성은 Be가 단독으로 첨가되거나 Be와 미쉬메탈(Mm)이 복합적으로 첨가되어야 한다는 결과를 나타낸다.
- <33>      이와 같은 물성은 동일한 조건에서 비교한 A사의 AA합금과 BB합금의 물성에 비해서도 더욱 우수한 값을 나타낸다.
- <34>      또한, 전열선의 발열량과 직접적인 관계를 가지고 있는 저항값도 비교합금 뿐만 아니라 AA합금과 BB합금의 저항값에 비해 더욱 우수하게 나타난다.

<35> 도 1은 본 발명의 실시예에서 최고의 물성을 나타낸 2번 합금과 3번 합금을 외국의 A사 제품과 비교한 수명시험결과 그래프로서, 수명시험온도는 1300℃, 수명시험은 KSC2602-1982규정에 의거하여 직경 0.7mm의 선재를 이용하여 측정한 그래프이다. 도 1의 그래프에서 알 수 있듯이, 본 발명의 합금이 A사의 제품에 비해서 우수한 수명을 나타냄을 알 수 있다.

<36> 도 2는 본 발명의 실시예에서 3번 합금을 냉간선과 열처리를 통해 제작에 성공한 직경 0.06mm의 전열선을 나타낸 도면이다.

<37> 상기 < 표 1 >에서 2번과 3번 시편은 이와 같이 직경 0.06mm 이하의 세선(細線)가공이 가능하지만, 기본합금인 4번과 미쉬메탈 단독 첨가합금인 1번 합금은 이와 같은 세선제조가 불가능하였다.

<38> 이와 같은 결과를 종합하여 볼 때, Be의 단독 첨가 또는 Be와 미쉬메탈의 복합 첨가를 특징으로 하는 본 발명이 고가공성, 고강도와 고내식성의 특징 뿐만 아니라 우수한 전열특성도 동시에 만족함을 알 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<39> 이상 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 페라이트계 Fe-Cr-Al합금의 물성, 특히 가공성과 기계적 특성은 획기적으로 향상될 뿐만 아니라 전열특성 역시 더욱 향상된다.

<40> 또한, 이같은 가공성의 향상에 의해 보다 손쉬운 신선가공이 가능해 짐으로써 관련 상품의 제조단가는 크게 낮춰질 수 있으며, 희토류계 원소를 이들의 통합물질인 미쉬메탈(misch metal)로 대체함으로써 추가적으로 생산단가를 낮출 수 있다.

<41> 그리고, 극세 전열선의 생산이 가능함에 따라 전열기기의 소형화, 효율의 향상 및 기타 소형 보온부품, 보온용 의료기기 등에서 유용하게 사용될 수 있다. 이와 함께 고온 산화, 황화분위기의 자동차 배기관 및 소각로 등에서의 사용시에도 보다 향상된 내열성과 내식성 등이 기대된다.

<42> 한편, 본 발명은 상술한 실시예로만 한정되는 것이 아니라 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위내에서 수정 및 변형하여 실시할 수 있고, 그러한 수정 및 변형이 가해진 기술사상 역시 이하의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 한다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

Fe를 밸런스 원소로 하고,

Cr:14중량% ~ 30중량%, Al:9중량% ~ 14중량%, Zr:0.01중량% ~ 1.0중량%,  
Ti:0.0001중량% ~ 0.01중량%, Be:0.0001중량% ~ 0.01중량%가 첨가된 것을 특징  
으로 하는 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서,

희토류 금속:0.0001중량% ~ 0.1중량%가 추가되는 것을 특징으로 하는 전열  
선용 철-크롬-알루미늄계 합금.

**【청구항 3】**

제 2항에 있어서,

상기 희토류 금속은 희토류 원소로 이루어진 미쉬메탈인 것을 특징으로 하  
는 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합금.

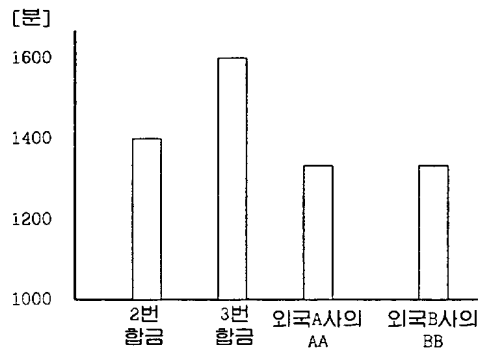
**【청구항 4】**

제 3항에 있어서,

상기 희토류 금속은 Sc, La, Ce, Hf, Pd, Y 및 Nd로 구성된 그룹에서 1종  
또는 2종 이상의 혼합물인 것을 특징으로 하는 전열선용 철-크롬-알루미늄계 합  
금.

【도면】

【도 1】



【도 2】

